

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP05/003208

International filing date: 25 February 2005 (25.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-054090  
Filing date: 27 February 2004 (27.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01.3.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2004年 2月27日

出願番号  
Application Number:

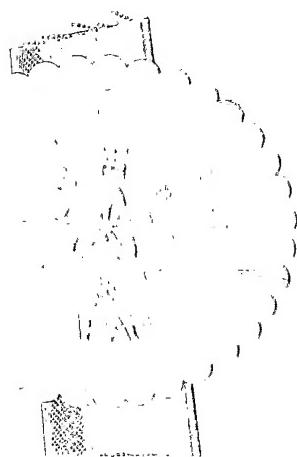
特願2004-054090

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号  
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

J P 2004-054090

出願人  
Applicant(s):

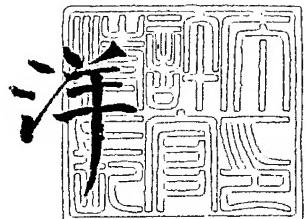
松下電器産業株式会社



2005年 4月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2032450036  
【提出日】 平成16年 2月27日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 11/10  
【発明者】  
  【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
  【氏名】 村上 元良  
【発明者】  
  【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
  【氏名】 尾留川 正博  
【特許出願人】  
  【識別番号】 000005821  
  【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
  【識別番号】 100097445  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
  【識別番号】 100103355  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
  【識別番号】 100109667  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
  【予納台帳番号】 011305  
  【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
  【物件名】 特許請求の範囲 1  
  【物件名】 明細書 1  
  【物件名】 図面 1  
  【物件名】 要約書 1  
  【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

光ディスク基板上に、少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録膜を備えた構成の光磁気記録媒体であって、少なくとも前記記録膜の上に、熱伝導率の小さい保護層を介して、潤滑層を形成することを特徴とする磁気記録媒体。

**【請求項 2】**

前記保護層が、熱伝導率の異なる複数の薄膜により構成されたことを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

**【請求項 3】**

前記保護層は、少なくとも熱伝導率が $1 \times 10^{-5} \text{ erg} \cdot \text{s} \cdot \text{K} \cdot \text{cm}$ 以下である層を含むことを特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

**【請求項 4】**

前記保護層が、炭素を主成分とする薄膜により構成されたことを特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

**【請求項 5】**

前記保護層の少なくとも1つがダイヤモンドライクカーボン層により構成されたことを特徴とする請求項4記載の磁気記録媒体。

**【請求項 6】**

前記保護層が、窒素、酸素あるいは水素を含有することを特徴とする請求項4記載の磁気記録媒体。

**【請求項 7】**

前記保護層が、250°C以上の温度での耐熱性を有する材料を含むこと特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

**【請求項 8】**

前記耐熱性の保護層が、テフロン(R)により構成されたことを特徴とする請求項7記載の磁気記録媒体。

**【請求項 9】**

前記保護層が、金属材料を含有することを特徴とする請求項1または2記載の磁気記録媒体。

**【請求項 10】**

前記保護層の金属材料が、Ti、Ta、Crであることを特徴とする請求項9記載の磁気記録媒体。

**【請求項 11】**

前記保護層が、金属材料の窒素化合物であることを特徴とする請求項9記載の磁気記録媒体。

**【請求項 12】**

前記複数の保護層は、前記記録膜側の熱伝導率が大きくなるように構成されたことを特徴とする請求項2記載の磁気記録媒体。

**【請求項 13】**

前記複数の保護層は、窒素、酸素あるいは水素の含有量を変化させたことを特徴とする請求項2記載の磁気記録媒体。

**【請求項 14】**

前記潤滑層が、PFPを含むことを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

**【請求項 15】**

前記潤滑層が、耐熱性材料を含むことを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

**【請求項 16】**

前記潤滑層が、酸化物、あるいは窒化物を含むことを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

**【請求項 17】**

前記潤滑層が、熱伝導率の異なる複数の薄膜により構成されたことを特徴とする請求項1

記載の磁気記録媒体。

【請求項 18】

前記潤滑層と前記保護層の膜厚の合計が、1 nm以上100 nm以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 19】

前記潤滑層の膜厚が、0.5 nm以上20 nm以下であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 20】

前記保護層の膜厚が、0.5 nm以上100 nm以下で積層したことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 21】

前記記録膜は、複数の磁性層により形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 22】

前記複数の記録層は、磁気的に結合した構成の記録膜により形成されたことを特徴とする請求項 2 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 23】

前記記録膜が少なくとも記録層、中間層、再生層を備え、順次積層した構成の記録膜を備えた構成の請求項 2 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 24】

前記記録膜の前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生されることを特徴とする請求項 2 3 記載の磁気記録媒体。

【請求項 25】

前記記録膜は、少なくとも、Tb、Fe、Coを含有することを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 26】

前記記録膜は、材料、あるいは、組成比の異なる層ごとに間欠周期的に積層したことを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 27】

光ディスク基板と前記記録膜との間に、少なくとも熱伝導率の大きい金属層を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 28】

前記記録膜と前記金属層との間に、誘電体層を備えたことを特徴とする請求項 2 7 記載の磁気記録媒体。

【請求項 29】

前記下地金属層、あるいは、誘電体層は、表面をエッチングした構成を有する請求項 2 7 または 2 8 記載の磁気記録媒体。

【請求項 30】

前記金属層、あるいは、誘電体層は、表面粗さが、Ra 0.5 以上であることを特徴とする請求項 2 7 または 2 8 記載の磁気記録媒体。

【請求項 31】

前記光ディスク基板と前記金属層との間に、誘電体層を備えたことを特徴とする請求項 2 7 記載の磁気記録媒体。

【請求項 32】

前記保護層、あるいは誘電体層が、少なくともカルコゲン系化合物を含有することを特徴とする請求項 2 8 または 3 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 33】

前記ディスク基板上に、前記記録層に形成される記録磁区のパターンに応じて、ピット形状のパターンを形成していることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

**【請求項 3 4】**

前記ディスク基板上に、前記記録層に形成される記録磁区の最小パターンよりも小さいピット形状の凹凸のパターンを形成していることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

**【請求項 3 5】**

請求項 1 ~ 3 4 のいずれかに記載の磁気記録媒体に、潤滑層側からレーザ光を入射することにより前記記録媒体の記録膜の温度を上昇させ、前記磁気記録媒体に情報を記録、あるいは、再生することを特徴とする磁気記録媒体の記録再生方法。

**【請求項 3 6】**

光ディスク基板上に、少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録膜を備えた光磁気記録媒体を形成し、

前記記録膜の上に、熱伝導率の小さい保護層を介して、潤滑層を形成することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

**【請求項 3 7】**

前記潤滑層を真空中で形成することを特徴とする請求項 3 6 記載の製造方法。

**【請求項 3 8】**

前記保護層を形成した後、前記潤滑層を塗布形成することを特徴とする請求項 3 6 記載の製造方法。

**【書類名】明細書**

**【発明の名称】磁気記録媒体とその製造方法、および、磁気記録媒体の記録再生方法**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は書き換えが可能な磁気記録媒体、特に記録媒体に光を入射して温度上昇させながら信号を記録再生する磁気記録媒体、およびその記録再生方法に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

光磁気記録媒体や相変化記録媒体などの光記録媒体は大容量・高密度記録が可能な可搬型記録媒体であり、近年のマルチメディア化に伴なうコンピュータの大容量ファイルや動画を記録する媒体として需要が急増しつつある。

**【0003】**

光記録媒体は一般にプラスチック等の透明な円盤状の基板に記録層を含む多層膜を形成し、レーザーを照射して記録、消去を行い、レーザーの反射光で再生する。光磁気記録媒体は、従来、固定磁界を加えて消去した後、反対方向の固定磁界を加えて記録するいわゆる光変調記録が中心であったが、近年、レーザーを照射しながら、磁界を記録パターンに従って変調させる磁界変調方式が、1回転で記録（ダイレクトオーバーライト）可能でしかも高記録密度になっても正確に記録できる方式として注目を浴びている。相変化記録媒体は、光変調記録によりダイレクトオーバーライト可能で、CDやDVDと同じ光学系で再生可能ため注目を浴びている。

**【0004】**

光記録媒体の記録密度の限界は光源のレーザー波長（ $\lambda$ ）によって決まる回折限界（ $\sim \lambda / 2NA$  : NAは対物レンズの開口数）に依存している。最近、対物レンズを2枚組にすることで0.8以上のNAをもったシステムが提案されて、開発が活発に行われている。記録再生のためのレーザーは従来、基板を通して記録膜に照射されていたが、NAが大きくなるほど光の基板通過時の基板の傾きなどによる収差が大きくなり、基板厚みを薄くする必要がある。しかし、0.5mm以下の厚みの基板は、媒体作製時に保持すら難しくなるため、このような高NA対物レンズを使ったシステムでは薄膜の上の保護コートを通して記録再生する方式が提案されている（非特許文献1参照）。

**【0005】**

例えば、特開平11-345442号公報（特許文献1）には、光ビームを膜面から入射させ、対物レンズの開口数を大きくし、近接場光を用いて再生分解能を向上させる技術が開示されている。この技術では、基板を通して光ビームを入射させる方法よりも、検出分解能を向上させ、基板のチルト等による光ビームの収差による影響を受けないため、高密度に記録した場合にも、良好な再生信号が得られる。

**【特許文献1】特開平11-345442号公報**

**【非特許文献1】Jpn. J. Appl. Phys. 36, p. 456-459 (1997)**

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0006】**

しかしながら、上記従来の高開口度の光学ヘッドを用いた場合にも、光の波長と開口度によって検出限界にはおのずと限界がある。また、光を照射してGMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて記録再生する方式においては、従来の、磁気ヘッドのみで記録再生する方式に比べて、記録媒体の温度上昇により、磁気ヘッドを摺動させるための潤滑層の温度上昇による特性の変化、および、信頼性の低下が課題となる。また、さらに、GMRヘッド等の磁気ヘッドの温度上昇により、記録再生特性の劣化が課題となる。

**【0007】**

本発明の目的は、光を照射して記録膜の温度上昇させながら磁気記録再生する記録媒体において、摺動層の特性を向上させることにより耐久性を高め、信号特性に優れた磁気記

録媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは上述のような現状に鑑み、鋭意検討を重ね、以下のような本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は基板上に少なくとも記録層、保護層および潤滑層をこの順に積層し、保護層を通して光を照射して、光学ヘッド、あるいは、磁気ヘッドにより記録及び／又は再生を行う磁気記録媒体、および、光磁気記録媒体（以下、磁気記録媒体と称す）において、断熱保護層を介して潤滑層を形成することを特徴とする磁気記録媒体である。

【0009】

本発明を更に詳細に説明すると、光ディスク基板上に、少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録膜を備えた構成の磁気記録媒体であって、少なくとも前記記録膜の上に、熱伝導率の小さい保護層を介して、潤滑層を形成することを特徴とする磁気記録媒体である。

【0010】

なお、前記保護層が、熱伝導率の異なる複数の薄膜により構成されたていることが好ましい。あるいは、前記保護層は、少なくとも熱伝導率が $1 \times 10^{-5} \text{ erg} \cdot \text{s} \cdot \text{K} \cdot \text{cm}$ 以下である層を含むことがこのましい。

【0011】

また、前記保護層が、炭素を主成分とする薄膜により構成されたこと、さらに、少なくとも1つがダイヤモンドライクカーボン層により構成されたことを特徴とする磁気記録媒体である。さらに、前記保護層が、窒素、酸素あるいは水素を含有することを特徴とする磁気記録媒体である。

【0012】

また、前記保護層が、250°C以上の温度での耐熱性を有する材料を含むこと、さらに、前記耐熱性の保護層が、テフロン（R）により構成されたことを特徴とする磁気記録媒体であることが好ましい。

【0013】

また、前記保護層が、金属材料を含有すること、さらに、前記金属材料が、Ti、Ta、Crであること磁気記録媒体である。

【0014】

さらに、前記保護層が、前記金属材料の窒素化合物である磁気記録媒体である。

【0015】

また、前記複数の保護層は、前記記録膜側の熱伝導率が大きくなるように構成された磁気記録媒体である。

【0016】

さらに、記複数の保護層は、窒素、酸素あるいは水素の含有量を変化させたことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0017】

また、前記潤滑層が、PFPを含むこと、さらに、前記潤滑層が、耐熱性材料、あるいは、酸化物、あるいは窒化物を含むことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0018】

さらに、前記潤滑層が、熱伝導率の異なる複数の薄膜により構成された磁気記録媒体である。

【0019】

また、前記潤滑層と前記保護層の膜厚の合計が、1nm以上100nm以下であること、さらに、前記潤滑層の膜厚が、0.5nm以上20nm以下である、あるいは、前記保護層の膜厚が、0.5nm以上100nm以下で積層したことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0020】

また、前記記録膜は、複数の磁性層により形成されたことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0021】

さらに、前記複数の記録層は、磁気的に結合した構成の記録膜により形成されたことを特徴とする磁気記録媒体ある。

【0022】

そして、前記記録膜が少なくとも記録層、中間層、再生層を備え、順次積層した構成の記録膜を備えた構成の磁気記録媒体である。

【0023】

また、前記記録膜の前記記録層に形成された記録磁区が前記再生層に転写され、前記再生層での磁壁移動によって、記録情報が再生されること、さらに、前記記録膜は、少なくとも、Tb、Fe、Coを含有することを特徴とする磁気記録媒体である。

【0024】

あるいは、前記記録膜は、材料、あるいは、組成比の異なる層ごとに間欠周期的に積層したことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0025】

また、光ディスク基板と前記記録膜との間に、少なくとも熱伝導率の大きい金属層を備えたことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0026】

さらに、前記記録膜と前記金属層との間に、誘電体層を備えたこと、あるいはさらに、前記下地金属層、あるいは、誘電体層は、表面をエッチングした構成を有する磁気記録媒体である。

【0027】

このとき、前記金属層、あるいは、誘電体層は、表面粗さが、Ra0.5以上であることが好ましい。

【0028】

また、前記光ディスク基板と前記金属層との間に、誘電体層を備えたことを特徴とする磁気記録媒体である。

【0029】

ここで、前記保護層、あるいは誘電体層が、少なくともカルコゲン系化合物を含有する。

【0030】

また、前記ディスク基板上に、前記記録層に形成される記録磁区のパターンに応じて、ピット形状のパターンを形成していることを特徴とする、あるいはさらに、前記ディスク基板上に、前記記録層に形成される記録磁区の最小パターンよりも小さいピット形状の凹凸のパターンを形成していることを特徴とする磁気記録媒体である。

【0031】

また、請求項1～34のいずれかに記載の磁気記録媒体に、潤滑層側からレーザ光を入射させることにより前記記録媒体の記録膜の温度を上昇させ、前記磁気記録媒体に情報を記録、あるいは、再生することを特徴とする磁気記録媒体の記録再生方法により、本願発明の目的は達せられる。

【0032】

さらに、本発明による磁気記録媒体の製造方法は、基板上に、少なくとも膜面垂直方向に磁気異方性を有する記録膜を備えた光磁気記録媒体を形成し、前記記録膜の上に、熱伝導率の小さい保護層を介して、潤滑層を形成することを特徴とする。前記潤滑層を真空中で形成してもよい。また、前記保護層を形成した後、前記潤滑層を塗布形成してもよい。

【発明の効果】

【0033】

光を照射して記録膜の温度上昇させながら磁気記録再生する記録媒体において、摺動層の特性を向上させることにより、記録媒体、および磁気ヘッドの耐久性、信頼性を高める

ことができる。また、磁気ヘッドの温度上昇により記録再生特性の劣化が無い、高密度記録再生した場合にも、優れた信号特性の磁気記録媒体を提供することが可能となる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0034】**

以下に、実施の形態をもって本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はその趣旨を越えない限り以下の実施の形態に限定されるものではない。

**【0035】**

**(実施の形態1)**

以下、本発明をその実施の形態について図面を参照にして詳細に説明する。

**【0036】**

図1は本発明の実施の形態1における磁気記録媒体（以下、磁気ディスク）10の構造を示す断面図である。図1において、11はガラスからなる透明なディスク基板、12は記録膜、13は記録膜を保護し、記録膜12と潤滑層14を断熱するための誘電体保護層、14は磁気ヘッドを摺動させるための潤滑層である。また、記録膜12の形成される基板側の下地は、イオンエッティングにより下地の表面粗さを制御している。

**【0037】**

図1で示した本発明の実施の形態1の磁気記録媒体は、記録膜が形成された潤滑層側から、レーザ光ビームを照射し、磁気ヘッドにより信号を記録、再生検出することによって、再生時のレーザ光スポットの検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる磁気記録媒体に適用できる構成である。

**【0038】**

図8は、本実施の形態の記録膜の温度Tと保磁力Hc、飽和磁化Msとの関係を表す。本実施の形態の磁気記録媒体は、情報の記録時には、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光ビームスポットを照射しながら磁気ヘッドで記録される。この時、記録膜は、図8に示すように、高温では保磁力が低下することから、磁気ヘッドでの記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して、温度上昇させながら、GMRヘッドにより、記録磁区を検出する。この時、飽和磁化Msは温度と共に上昇し、80°Cで極大となるため、GMRヘッドでの検出感度が向上し、再生信号が増大する。

**【0039】**

しかしながら、従来の記録媒体では、記録膜へレーザ光ビームを照射した際に、潤滑層も温度が上昇し、摺動特性が劣化する、あるいは、さらに磁気ヘッドへの熱伝導により、記録再生特性が低下する等の課題を有していた。また、レーザ光強度を小さくして、温度上昇を抑えた場合には、大きな記録磁界が必要、あるいは再生信号量が低下するという課題を有していた。

**【0040】**

これに対し、本願発明の磁気記録媒体は、記録膜の上に、熱伝導率の小さい断熱保護層を介して、潤滑層を形成した構成により、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際にも、摺動層側への温度上昇を防止できる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気記録媒体を実現できるものである。

**【0041】**

次に、本願発明の実施の形態1の磁気ディスク1の構成と作製方法について詳細に説明する。

**【0042】**

図1に示すように、光ディスク基板11に、磁性薄膜の記録膜を含む構成に積層して形成されている。光ディスク基板11は、グループの両側にはランド部が形成されており、矩形型のグループの深さhは、ランド部3の上面から35nmを有する。また、本実施の形態の磁気ディスク10のトラックピッチは0.4μmであり、グループ幅は0.3μmである。

**【0043】**

まず、図示すように、フォトポリマーにより、ランドとグループが形成された透明なガラスからなるディスク基板11の表面を、イオンガンによりエッティング面15を形成する。

#### 【0044】

次に、直流マグネットロンスパッタリング装置に、ターゲットを設置し、ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10 - 6$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたままArガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、Tb、Fe、Coそれぞれのターゲットを用いて、TbFeCoの記録膜12を40nm、DCマグネットロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCoの膜組成は、ターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。

#### 【0045】

さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなるの誘電体の保護層13を5nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0046】

そして、さらに保護層13の上には、ダイヤモンドライカーボン(DLC)からなる固体潤滑層14をArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、5nm形成する。さらに、パーフルオロポリエーテル(以下、PFP)からなる潤滑層14を塗布することにより形成する。ここで、TbFeCoからなる記録層12は補償組成温度が-50°Cであり、キュリー温度は310°Cになるように各ターゲットの投入パワーを設定して組成を調整して製膜した。

#### 【0047】

この結果、飽和磁化Msは温度と共に上昇し、80°Cで極大となり、また、保磁力Hcは、室温からは温度上昇と共に、減少するという膜特性が得られる。この結果、本実施の形態の磁気記録媒体では、光ビームを照射した状態での温度、80°Cで、飽和磁化Msが極大となり、微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

#### 【0048】

上記本実施の形態の磁気ディスク10は、フォトポリマーにより矩形のランドとグループを有した構成のディスク基板に、記録膜を形成した構成について述べてきたが、ガラス基板を直接加工、あるいは、インプリント等を用いてもよい。

#### 【0049】

また、ランド部、あるいは、グループ部に記録する構成、あるいは、ランド／グループの両方に記録する構成であっても同等の特性が得られる。さらに、本実施の形態では、トラックピッチが0.4μmであったが、情報の記録されるグループ幅が0.5μm以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が0.3μm以下の記録ドメインを記録する構成であれば、より効果が大きい。

#### 【0050】

以上のように、本実施の形態の構成により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも低減できるものである。

#### 【0051】

##### (実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2を図面に基づいて具体的に説明する。

#### 【0052】

図2は本発明の実施の形態2における磁気ディスク20の構造を示す断面図である。図中、21は透明なガラスからなるディスク基板であり、書き換え可能な領域と、サーボ用のウォブルピットとアドレスピットの形成されたピット領域とがトラック上に交互に並設

されたフォーマット構成により、トラッキングサーボをかけながら、アドレスを検出し、書き換え可能な領域に情報の記録再生を行うことができる。

#### 【0053】

またこの時、20nmから180nmの範囲にある深さのプリピットを有する構成により、アドレスピット等のプリピットからの信号が検出可能であり、記録再生を実現できる。

#### 【0054】

図2は本発明の実施の形態2における磁気記録媒体20の構造を示す断面図である。図2において、21はガラスからなる透明なディスク基板、22は低熱伝導率の誘電体材料からなり記録膜の保護と下地の調整のための誘電体層、積層した記録膜23は記録情報を保持しておく記録層と、再生情報の信号量を増大させるための再生層からなり、再生層と記録層の間は互いに磁気的に交換結合されている。さらに、記録膜23の上には、記録膜23と潤滑層を断熱するための断熱保護層24を形成し、さらに磁気ヘッドの浮上特性を向上させるために、潤滑層25, 26である。

#### 【0055】

図2で示した本発明の実施の形態2の磁気記録媒体は、記録膜が形成された潤滑層側から、レーザ光ビームを照射し、磁気ヘッドにより信号を記録、再生検出することによって、再生時のレーザ光スポットの検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる磁気記録媒体に適用できる構成である。

#### 【0056】

特に、本実施の形態の磁気記録媒体では、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光ビームスポットを照射しながら磁気ヘッドで情報が記録される。この時、記録膜は、実施の形態1同様に、高温では保磁力が低下することから、磁気ヘッドによる記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して、温度上昇させながら、GMRヘッドにより、記録磁区を検出する。この時、再生層の飽和磁化Msは温度と共に上昇し、120°Cで極大となるため、GMRヘッドでの検出信号量が増大し、再生信号振幅を増大させることができる。

#### 【0057】

しかしながら、従来の記録媒体では、記録膜へレーザ光ビームを照射した際に、潤滑層も温度が上昇し、摺動特性が劣化する、あるいは、さらに磁気ヘッドへの熱伝導により、記録再生特性が低下する等の課題を有していた。また、レーザ光強度を小さくして、温度上昇を抑えた場合には、大きな記録磁界が必要、あるいは再生信号量が低下するという課題を有していた。

#### 【0058】

これに対し、本願発明の磁気記録媒体は、記録膜の上に、熱伝導率の小さい断熱保護層を介して、潤滑層を形成した構成により、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際にも、摺動層側への温度上昇を防止できる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気記録媒体を実現できるものである。

#### 【0059】

次に、本願発明の第2の実施の形態の磁気ディスク20の構成と作製方法について詳細に説明する。

#### 【0060】

図2に示すように、ディスク基板21に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜を製膜して形成されている。ディスク基板21は、プリピットが形成されており、トラッキングサーボとアドレスの検出ができる。

#### 【0061】

まず、図示すように、プリピットが形成された透明なガラスからなるディスク基板21上に、直流マグнетロンスパッタリング装置に、BドープしたSiターゲットを設置し、ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、8×10-6Pa以下の高真空中になるまでチ

チャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたまま Ar ガスと N<sub>2</sub> ガスを 0.3 Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、誘電体からなる下地断熱層 22 として SiN が 50 nm、反応性スパッタリング法により膜形成される。

#### 【0062】

引き続き誘電体層 22 上には、同様に真空排気をしたまま、Ar ガスを 0.5 Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、Tb ターゲット、FeCo ターゲットを用いて、Ar ガスを 1.5 Pa となるまでチャンバー内に導入し、Tb と FeCo が周期的に積層するように記録層を 60 nm、DC マグネトロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCo の膜組成は、それぞれのターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。次に、Gd、Fe、Co、Al それぞれのターゲットを用いて、DC マグネトロンスパッタリング法により GdFeCoAl からなる再生層を 30 nm を形成する。このように、記録層、再生層からなる記録膜 23 を形成することができる。

#### 【0063】

さらに、0.3 Pa となるまでチャンバー内に Ar ガスと N<sub>2</sub> ガスを導入し、基板を回転させながら、SiN からなる保護層 24 を 10 nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0064】

そして、さらに保護層 24 の上には、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) からなる第 1 の潤滑層 (固体潤滑層) 25 を Ar と CH<sub>4</sub> の混合雰囲気中で、C ターゲットを用いて、反応性 RF スパッタリングにより、10 nm 形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルからなる潤滑層 26 を塗布することにより形成する。

#### 【0065】

ここで、TbFeCo からなる記録膜 23 は補償組成温度が 50 °C であり、キュリー温度は 320 °C、になるように各ターゲットの投入パワーを設定して組成を調整して製膜した。また、GdFeCoAl の再生層は補償組成温度が -20 °C でキュリー温度が 270 °C であり、この結果、再生層の飽和磁化 Ms は温度と共に上昇し、110 °C で極大となる。また、記録層の保磁力 Hc は、室温から補償組成温度までは上昇するものの、さらに温度上昇した場合には、減少するという膜の温度特性が得られる。

#### 【0066】

この結果、本実施の形態の磁気記録媒体では、光ビームを照射した状態での温度、110 °C で、飽和磁化 Ms が極大となり、微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

#### 【0067】

次に、記録層の製造方法についてさらに詳しく説明する。本実施の形態の記録層は、Tb ターゲット、FeCo ターゲットを用いて、Ar ガスを 1.5 Pa となるまでチャンバー内に導入し、Tb と FeCo が周期的に積層するように記録層を 60 nm、DC マグネトロンスパッタリング法により形成する。ここで、記録層の TbFeCo 製膜時に、製膜速度、光ディスク基板の回転数を制御することにより、Tb と Fe、Co の遷移金属が 1.5 nm の周期的な積層構造を有する非晶質な膜構造の磁性薄膜を形成できる。具体的には、TbFeCo の記録層製膜時には、40 rpm で自公転の回転をしながら、それぞれの元素粒子が、0.7 nm/sec の製膜レートで、それぞれ製膜することにより、上記膜構造が得られる。また、TbFeCo の膜組成は、それぞれのターゲットの投入パワー比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。

#### 【0068】

そして、このように、少なくとも記録層を 2.0 nm 以下の周期的な積層構造にすることにより、記録層の飽和磁化 Ms と保磁力 Hc との積を増大させることができ、3.0 × 10<sup>6</sup> erg/cm<sup>3</sup> 以上の Ms · Hc が得られる。実際、本実施の形態の記録層では、

4.  $2 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$  という大きな Ms · Hc 値が得られ、70 nm 以下の微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

#### 【0069】

ここで、磁気記録媒体の、記録層の積層構造の周期に対する Ms · Hc の依存性を調べると、記録層の積層周期が 2 nm 以下になると増加し、1. 0 nm の周期的な構造でほぼ最大となる。従って、Ms · Hc 値が  $3.0 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$  以上であるためには、2. 0 nm 以下の積層周期とする必要がある。

#### 【0070】

さらに、本実施の形態の磁気記録媒体の、記録層の Ms · Hc に対する、記録マーク長限界の依存性を調べると、記録層の Ms · Hc が大きくなると、記録限界となるマーク長は小さくなり、本実施の形態の周期的な積層構造の記録層により、微小磁区の安定性に優れている。そして、Ms · Hc 値が  $3.0 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$  以上であれば、80 nm 以下のマーク長の記録磁区であっても、安定に記録再生可能であり、記録層と再生層からなる 2 層構造の記録膜を用いた場合にも、記録層の記録情報が安定して再生層に転写し、信号振幅が拡大して、優れた記録再生信号が得られる。

#### 【0071】

以上のように、本実施の形態の構成により、磁気ヘッドにより、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

#### 【0072】

なお、本実施の形態の磁気記録媒体の記録層は、Tb と FeCo が 1. 5 nm に周期的に積層する構成であったが、上記した構成に限定されるものではなく、積層周期が 0. 4 nm 以上、2 nm 以下に積層した構成であって、記録層の膜厚を 50 nm 以上、より好ましくは、60 nm から 200 nm に形成した構成であれば、同等の効果が得られる。

#### 【0073】

また、本実施の形態では、Tb と Fe、Co の遷移金属が周期的な積層構成について述べてきたが、上記した構成に限定されるものではなく、Tb、Fe、Co それぞれ異なるターゲット、あるいは、それ以外の材料を含む構成であっても、2 nm 以下の積層周期を有する記録層の構成であればよい。

#### 【0074】

以上のように、本発明においては、記録情報の書き換え可能な積層周期構成を有する記録層と再生層とを積層した構成の記録膜により、0. 3 μm 以下の微小磁区を安定して形成することができ、再生層に転写した再生信号の増大を可能にすることができる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも低減できるものである。

#### 【0075】

##### (実施の形態 3)

次に、本発明の実施の形態 3 を図面を参照にして詳細に説明する。

#### 【0076】

図 3 は本発明の実施の形態 3 における磁気ディスク 30 の構造を示す断面図である。図中、31 は透明なガラスからなるディスク基板であり、書き換え可能な領域と、サーボ用のウォブルピットとアドレスピットの形成されたピット領域とがトラック上に交互に並設されたフォーマット構成により、トラッキングサーボをかけながら、アドレスを検出し、書き換え可能な領域に情報の記録再生を行うことができる。

#### 【0077】

またこの時、20 nm から 180 nm の範囲にある深さのプリピットを有する構成により、アドレスピット等のプリピットからの信号が検出可能であり、記録再生を実現できる。

#### 【0078】

図 3 は本発明の実施の形態 3 における磁気記録媒体 30 の構造を示す断面図である。図

3において、31はガラスからなる透明なディスク基板、32は熱伝導率の大きい金属材料からなり記録膜の保護と記録膜から熱を拡散させる放熱層である。

#### 【0079】

積層した記録膜33は記録情報を保持しておく記録層と、再生情報の信号量を増大させるための再生層からなり、再生層と記録層の間の交換結合力を制御する中間層により形成されている。さらに、記録膜33の上には、記録膜33と潤滑層とを断熱するための断熱保護層34を形成し、さらに磁気ヘッドの浮上特性を向上させるために、潤滑層35、36が形成されている。

#### 【0080】

図3で示した本発明の実施の形態3の磁気記録媒体は、記録膜が形成された潤滑層側から、レーザ光ビームを照射し、磁気ヘッドにより信号を記録、再生検出することによって、再生時のレーザ光スポットの検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる磁気記録媒体に適用できる構成である。

#### 【0081】

特に、本実施の形態の磁気記録媒体では、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光ビームスポットを照射しながら磁気ヘッドで情報が記録される。この時、記録膜は、実施の形態1同様に、高温では保磁力が低下することから、磁気ヘッドによる記録が可能となる。また、信号再生時には、レーザ光ビームを照射して、温度上昇させながら、GMRヘッドにより、記録磁区を検出する。この時、再生層の飽和磁化Msは温度と共に上昇し、130°Cで極大となるため、GMRヘッドでの検出信号量が増大し、再生信号振幅を増大させることができる。

#### 【0082】

しかしながら、従来の記録媒体では、記録膜へレーザ光ビームを照射した際に、潤滑層も温度が上昇し、摺動特性が劣化する、あるいは、さらに磁気ヘッドへの熱伝導により、記録再生特性が低下する等の課題を有していた。また、レーザ光強度を小さくして、温度上昇を抑えた場合には、大きな記録磁界が必要、あるいは再生信号量が低下するという課題を有していた。

#### 【0083】

これに対し、本願発明の磁気記録媒体は、記録膜の上に、熱伝導率の小さい断熱保護層を介して、潤滑層を形成した構成により、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際にも、摺動層側への温度上昇を防止できる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気記録媒体を実現できるものである。

#### 【0084】

次に、本願発明の実施の形態3の磁気ディスク30の構成と作製方法について詳細に説明する。

#### 【0085】

図3に示すように、ガラスのディスク基板31に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜33を製膜して形成されている。ディスク基板31は、プリピットが形成されており、トラッキングサーボと、アドレスの検出ができる。

#### 【0086】

まず、図示すように、プリピットが形成された透明なガラスからなるディスク基板31上に、直流マグнетロンスパッタリング装置に、A1Tiターゲットを設置し、ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、8×10-6Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたままArガスとN<sub>2</sub>ガスを0.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、金属材料のA1Tiからなる放熱層32が60nm、膜形成される。

#### 【0087】

引き続き放熱層32の上には、同様に真空排気をしたまま、Arガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを

用いて、記録層を80nm、DCマグネットロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCoの膜組成は、合金ターゲットの組成比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。次に、TbDyFeCoA1の合金ターゲットを用いて、DCマグネットロンスパッタリング法によりTbDyFeCoA1からなる中間層を15nm形成し、さらに、GdFeCoA1の合金ターゲットを用いて、DCマグネットロンスパッタリング法によりGdFeCoA1からなる再生層を35nm形成する。このように、記録層、中間層、再生層からなる3層構造の記録膜33を形成することができる。

#### 【0088】

さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなる保護層34を10nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0089】

そして、さらに保護層34の上には、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)からなる第1の潤滑層(固体潤滑層)35をArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、12nm形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルからなる潤滑層36を2nm塗布することにより形成する。

#### 【0090】

ここで、TbFeCoからなる記録層12は補償組成温度が90℃であり、キュリー温度は310℃、になるようにターゲットの組成比を設定して膜組成を調整した。また、TbDyFeCoA1の中間層は補償組成温度が20℃でキュリー温度が180℃であり、さらに、GdFeCoA1の再生層は補償組成温度が-60℃でキュリー温度が290℃に調整してある。この結果、記録層の保磁力Hcは、室温から補償組成温度までは上昇するものの、さらに温度上昇した場合には、減少するという膜の温度特性が得られる。また、再生層の飽和磁化Msは温度と共に上昇し、130℃で極大となり、さらに、中間層がキュリー温度以上の場合には、記録層と再生層間の交換結合を遮断するため、微小な記録マークであっても、再生層に転写されて、大きな信号量として検出される。

#### 【0091】

この結果、本実施の形態の磁気記録媒体では、光ビームを照射した状態での温度、110℃から170℃の範囲で、飽和磁化Msが大きく、磁気的超解像により、微小磁区を記録した場合にも、周辺の記録磁区を転写することなく、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

#### 【0092】

ここで、本実施の形態の記録層の製造方法は、記録層のTbFeCo製膜時に、製膜速度、光ディスク基板の回転数を制御することにより、TbとFe、Coの膜のミクロな構造を変化させることができ、磁気異方性の大きい非晶質な膜構造の磁性薄膜を形成できる。具体的には、TbFeCoの記録層製膜時には、40rpmで自公転の回転をしながら、それぞれの元素粒子が、0.5nm/secの製膜レートで、それぞれ製膜することにより、上記膜構造が得られる。また、TbFeCoの膜組成は、ターゲット組成と、製膜条件を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。

#### 【0093】

以上のように、本実施の形態の構成により、記録層、中間層、再生層からなる3層構造の記録膜を用いた場合にも、記録層の記録情報が安定して磁気ヘッドにより検出でき、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

#### 【0094】

この結果、本発明においては、記録情報の書き換え可能な記録層、中間層、再生層を順次積層した構成の記録膜に断熱層を介して潤滑層を形成した構成により、0.3μm以下の微小磁区を安定して形成することができ、再生層に転写した再生信号の増大を可能にすることができる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも低減できるものであ

る。

### 【0095】

(実施の形態4)

次に、本発明の実施の形態4について図面を参照にして詳細に説明する。

### 【0096】

図4は本発明の実施の形態4における磁気記録媒体40の構造を示す断面図である。図4において、41はA1基板等の金属からなるディスク基板、42は記録膜の保護と下地を調整するための誘電体層、積層した記録膜43は、図7に示すように、情報を保持しておく記録層101、情報を磁壁の移動によって検出するための再生層103、再生層と記録層の間の交換結合を制御するための中間遮断層（あるいは、中間層）102、により構成されている。さらに、記録膜43と潤滑層を断熱するための保護層44、さらに45、46は磁気ヘッドの浮上特性を向上させる潤滑層である。

### 【0097】

図4で示した本発明の実施の形態4の磁気記録媒体は、光ビームによる温度勾配により、差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を磁気ヘッドにより検出することによって、再生時の磁気ヘッドでの検出感度を向上させて超解像再生が可能となるDWDD方式を磁気記録媒体に適用できる構成である。

### 【0098】

上述した構成に積層した記録膜は磁壁の移動を利用して、再生信号の振幅、および信号量を大きくする方法であるDWDD方式(Domain Wall Displacement Detection)の一例であり、大きな界面飽和保磁力を有する磁性膜を記録層とし、小さな界面飽和保磁力を有する磁性膜を磁壁移動する再生層とし、比較的低いキュリー温度を有する磁性膜を切り換えのための中間層として用いている。したがって、DWDD方式を可能にする磁性膜を用いていれば良く、この膜構成に限るものではない。

### 【0099】

上記したDWDD方式の再生原理について、図7を参照しながら説明する。

### 【0100】

図7(a)は、回転している磁気ディスクの記録膜の断面を示す図であり、ディスク基板(図示していない)、誘電体層の上に、再生層103、中間層102、記録層101の3層構成の記録膜により構成され、さらに図示していないが、断熱層である誘電体層が形成され、その上に潤滑層が形成されている。

### 【0101】

再生層103としては、磁壁抗磁力の小さい磁性膜材料を用いており、中間層102はキュリー温度の小さい磁性膜、記録層101は小さなドメイン径でも記録磁区を保持できる磁性膜を用いている。ここで、磁気記録媒体は再生層は、記録トラック間をガードバンド等を形成することにより、閉じていない磁壁を含む磁区構造を形成している。

### 【0102】

図に示すように、情報信号は、記録層に熱磁気記録された記録磁区として形成されている。レーザ光スポットの照射されていない室温での記録膜は記録層、中間層、再生層がそれぞれ強く交換結合しているため、記録層の記録磁区は、そのまま再生層に転写形成される。

### 【0103】

図7(b)は、(a)の断面図に対応した位置 $\chi$ と記録膜の温度Tとの関係を表す。図示されているように、記録信号の再生時には、ディスクが回転し、トラックに沿ってレーザ光による再生ビームスポットが照射される。この時、記録膜は、図7(b)に示すような温度分布を示し、中間層（あるいは中間遮断層、スイッチング層）がキュリー温度 $T_c$ 以上となる温度領域 $T_s$ が存在し、再生層と記録層との交換結合が遮断される。

### 【0104】

また、再生ビームが照射されると、図7(c)の磁壁エネルギー密度 $\sigma$ に対する依存性に示すように、図7(a)、(b)の位置に対応するディスク回転方向の $\chi$ 方向に磁壁工

エネルギー密度  $\sigma$  の勾配が存在するために、図7 (d) に示すように、位置  $\chi$  での各層の磁壁に対して磁壁を駆動させる力  $F$  が作用する。

#### 【0105】

この記録膜に作用する力  $F$  は、図に示すように磁壁エネルギー密度  $\sigma$  の低い方に磁壁を移動させるように作用する。再生層は、磁壁抗磁力が小さく磁壁の移動度が大きいので、閉じていない磁壁を有する場合の再生層単独では、この力  $F$  によって容易に磁壁が移動する。従って、再生層の磁壁は、矢印で示したように、より温度が高く磁壁エネルギー密度の小さい領域へと瞬時に移動する。そして、再生ビームスポット内を磁壁が通過すると、スポット内での再生層の磁化は光スポットの広い領域で同じ方向に揃う。

#### 【0106】

この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生磁区の大きさは、常に一定の最大振幅になる。このため、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、光ビーム等により記録膜を昇温させているため、再生層での転写磁区を拡大することにより、常に一定の最大振幅の信号量になる。

#### 【0107】

しかしながら、DWDD方式を用いた磁気ディスクでは、再生層は、記録層から転写した再生層の磁壁移動を容易にさせるために、記録膜にレーザ光スポットを照射して、記録膜中の温度勾配を利用して再生層に転写された磁区の磁壁の移動を安定して行い、信号を検出する必要がある。しかしながら、潤滑層の温度上昇により浮上特性の変動、磁気ヘッドの特性の変化により、再生層へ転写された再生信号が変動するという課題を有していた。

。

#### 【0108】

次に、本願発明の実施の形態4の磁気ディスク40の構成と作製方法について詳細に説明する。

#### 【0109】

図4に示すように、金属のディスク基板41に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜43を製膜して形成されている。ディスク基板41は、平板の基板であり、記録膜形成後に、サーボライター等により基準となるサーボトラック等を形成してフォーマットできる。

#### 【0110】

まず、図示すように、ディスク基板41上に、直流マグネットロンスパッタリング装置に、Siターゲットを設置し、ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、 $8 \times 10^{-6}$  Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたままArガスとN<sub>2</sub>ガスを0.3Paの圧力となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、SiNからなる誘電体層34を20nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0111】

引き続き放熱層42の上には、同様に真空排気をしたままArガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを用いて、記録層を80nm、DCマグネットロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCoの膜組成は、合金ターゲットの組成比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。次に、TbDyFeCoA1の合金ターゲットを用いて、DCマグネットロンスパッタリング法によりTbDyFeCoA1からなる中間層を15nm形成し、さらに、GdFeCoA1の合金ターゲットを用いて、DCマグネットロンスパッタリング法によりGdFeCoA1からなる再生層を35nm形成する。このように、記録層、中間層、再生層からなる3層構造の記録膜43を形成することができる。

#### 【0112】

さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなる保護層44を10nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

**【0113】**

そして、さらに保護層44の上には、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)からなる第1の潤滑層(固体潤滑層)45をArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、12nm形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルからなる第2の潤滑層46を2nm塗布することにより形成する。

**【0114】**

ここで、TbFeCoからなる記録膜43は補償組成温度が100°Cであり、キュリー温度は310°C、になるようにターゲットの組成比を設定して膜組成を調整した。また、TbDyFeCoA1の中間層は補償組成温度が20°Cでキュリー温度が180°Cであり、さらに、GdFeCoA1の再生層は補償組成温度が160°Cでキュリー温度が290°Cに調整してある。この結果、記録層の保磁力Hcは、室温から補償組成温度までは上昇するものの、さらに温度上昇した場合には、減少するという膜の温度特性が得られる。また、再生層の飽和磁化Msは温度と共に上昇し、160°Cで極大となり、さらに、中間層がキュリー温度以上の場合には、記録層と再生層間の交換結合を遮断するため、微小な記録マークであっても、再生層に転写されて、大きな信号量として検出される。

**【0115】**

この結果、本実施の形態の磁気記録媒体では、光ビームを照射した状態での温度、150°Cから190°Cの範囲で、飽和磁化Msが大きく、磁気的超解像により、微小磁区を記録した場合にも、周辺の記録磁区を転写することなく、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

**【0116】**

## (実施の形態5)

次に、本発明の実施の形態5について図面を参照にして詳細に説明する。

**【0117】**

図5は本発明の実施の形態5における磁気記録媒体50の構造を示す断面図である。

**【0118】**

図中、51は透明なガラスからなるディスク基板であり、書き換え可能な領域と、サーボ用のウォブルピットとアドレスピットの形成されたピット領域とがトラック上に交互に並設されたフォーマット構成により、トラッキングサーボをかけながら、アドレスを検出し、書き換え可能な領域に情報の記録再生を行うことができる。

**【0119】**

またこの時、20nmから180nmの範囲にある深さのプリピットを有する構成により、アドレスピット等のプリピットからの信号が検出可能であり、記録再生を実現できる。

**【0120】**

図5において、51はガラスからなる透明なディスク基板、52は熱伝導率の大きい金属材料からなり記録膜の保護と記録膜から熱を拡散させる放熱層である。放熱層52の上には、耐熱層53を介して、記録膜54が形成される。積層した記録膜54は記録情報を保持しておく記録層と、再生情報の信号量を増大させるための再生層からなり、再生層と記録層の間の交換結合力を制御する中間層により形成されている。さらに、記録膜54の上には、記録膜54と潤滑層とを断熱するための断熱保護層55を形成し、さらに磁気ヘッドの浮上特性を向上させるために、潤滑層56、57が形成されている。

**【0121】**

ここで、本実施の形態の磁気記録媒体は、実施の形態4同様に、光ビームによる温度勾配により、差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を磁気ヘッドにより検出することによって、再生時の磁気ヘッドでの検出感度を向上させて超解像再生が可能となるDWD D方式を磁気記録媒体に適用できる構成である。

**【0122】**

この構成により、記録膜が形成された潤滑層側から、レーザ光ビームを照射し、磁気へ

ッドにより信号を記録、再生検出することによって、再生時のレーザ光スポットの検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる磁気記録媒体に適用できる構成である。

### 【0123】

上述した構成に積層した記録膜は磁壁の移動を利用して、再生信号の振幅、および信号量を大きくする方法であるDWD D方式を可能にする磁性膜であるが、この膜構成に限るものではない。

### 【0124】

この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生磁区の大きさは、常に一定の最大振幅になる。このため、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、光ビーム等により記録膜を昇温させているため、再生層での転写磁区を拡大することにより、常に一定の最大振幅の信号量になる。

### 【0125】

しかしながら、DWD D方式を用いた磁気ディスクでは、再生層は、記録層から転写した再生層の磁壁移動を容易にさせるために、記録膜にレーザ光スポットを照射して、記録膜中の温度勾配を利用して再生層に転写された磁区の磁壁の移動を安定して行い、信号を検出する必要がある。しかしながら、潤滑層の温度上昇により浮上特性の変動、磁気ヘッドの特性の変化により、再生層へ転写された再生信号が変動するという課題を有していた。

### 【0126】

これに対し、本願発明の磁気記録媒体は、記録膜の上に、熱伝導率の小さい断熱保護層を介して、潤滑層を形成した構成により、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際にも、摺動層側への温度上昇を防止できる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気記録媒体を実現できるものである。

### 【0127】

次に、本願発明の実施の形態5の磁気ディスク50の構成と作製方法について詳細に説明する。

### 【0128】

図5に示すように、ガラスのディスク基板51に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜54を製膜して形成されている。ディスク基板51は、プリピットが形成されており、トラッキングサーボと、アドレスの検出ができる。

### 【0129】

まず、図示すように、ディスク基板51上に、直流マグネットロンスパッタリング装置に、AlTiターゲットを設置し、ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、8×10-6Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたままArガスとN<sub>2</sub>ガスを0.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、金属材料のAlTiからなる放熱層52が80nm、膜形成される。

### 【0130】

引き続き放熱層52の上には、同様に真空排気をしたまま、さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、AlTiNからなる耐熱層53を10nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

### 【0131】

引き続き耐熱層53の上には、同様に真空排気をしたままArガスを1.5Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、TbFeCoの合金ターゲットを用いて、記録層を80nm、DCマグネットロンスパッタリング法により形成される。ここで、TbFeCoのCr膜組成は、合金ターゲットの組成比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。次に、TbDyFeCoCrの合金ターゲットを用いて、DCマグネットロンスパッタリング法によりTbDyFeCoCrからなる中間層を15n

m形成し、さらに、GdFeCoCrの合金ターゲットを用いて、DCマグネットロンスパッタリング法によりGdFeCoCrからなる再生層を35nm形成する。このように、記録層、中間層、再生層からなる3層構造の記録膜54を形成することができる。

#### 【0132】

さらに、0.3Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、SiNからなる保護層55を10nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0133】

そして、さらに保護層55の上には、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)からなる第1の潤滑層(固体潤滑層)56をArとCH<sub>4</sub>の混合雰囲気中で、Cターゲットを用いて、反応性RFスパッタリングにより、8nm形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルからなる潤滑層57を2nm塗布することにより形成する。

#### 【0134】

ここで、TbFeCoCrからなる記録層は補償組成温度が20℃であり、キュリー温度は300℃、になるようにターゲットの組成比を設定して膜組成を調整した。また、TbDyFeCoCrの中間層は補償組成温度が50℃でキュリー温度が180℃であり、さらに、GdFeCoCrの再生層は補償組成温度が160℃でキュリー温度が290℃に調整してある。この結果、記録層の保磁力Hcは、室温では大きいものの、温度上昇に伴って減少するという膜の温度特性が得られる。また、再生層の飽和磁化Msは温度と共に上昇し、160℃で極大となり、さらに、中間層がキュリー温度以上の場合には、記録層と再生層間の交換結合を遮断するため、微小な記録マークであっても、DWD D方式により、再生層に転写されて、大きな信号量として検出される。

#### 【0135】

この結果、本実施の形態の磁気記録媒体では、光ビームを照射した状態での温度、120℃から180℃の範囲で、飽和磁化Msが大きく、しかも磁気的超解像を用いたDWD D方式により、微小磁区を記録した場合にも、周辺の記録磁区を転写することなく、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

#### 【0136】

##### (実施の形態6)

次に、本発明の実施の形態6について図面を参照にして詳細に説明する。

#### 【0137】

図6は本発明の実施の形態6における磁気記録媒体60の構造を示す断面図である。

#### 【0138】

図6において、61は平板のガラスからなる透明なディスク基板であり、62は熱伝導率の大きい金属材料からなり記録膜の保護と記録膜から熱を拡散させる放熱層である。放熱層62の上には、下地断熱層63を介して、記録膜64が形成される。積層した記録膜64は記録情報を保持しておく記録層と、再生情報の信号量を増大させるための再生層からなり、再生層と記録層の間の交換結合力を制御する中間層により形成されている。さらに、記録膜64の上には、記録膜64と潤滑層とを断熱するための断熱保護層65を形成し、さらに磁気ヘッドの浮上特性を向上させるために、潤滑層66, 67が形成されている。また、記録膜64の基板側の下地は、イオンエッチングにより、下地誘電体層の表面粗差を制御している。

#### 【0139】

ここで、本実施の形態の磁気記録媒体は、実施の形態6同様に、光ビームによる温度勾配により、差し掛かった磁壁を次々と移動させこの磁壁の移動を磁気ヘッドにより検出することによって、再生時の磁気ヘッドでの検出感度を向上させて超解像再生が可能となるDWD D方式を磁気記録媒体に適用できる構成である。

#### 【0140】

この構成により、記録膜が形成された潤滑層側から、レーザ光ビームを照射し、磁気へ

ッドにより信号を記録、再生検出することによって、再生時のレーザ光スポットの検出限界よりも、小さい記録マークの記録再生が可能となる磁気記録媒体に適用できる構成である。

#### 【0141】

上述した構成に積層した記録膜は磁壁の移動を利用して、再生信号の振幅、および信号量を大きくする方法であるDWD D方式を可能にする磁性膜であるが、この膜構成に限るものではない。

#### 【0142】

この結果、記録磁区の大きさに依らず、再生磁区の大きさは、常に一定の最大振幅になる。このため、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、光ビーム等により記録膜を昇温させているため、再生層での転写磁区を拡大することにより、常に一定の最大振幅の信号量になる。また、高N. A. の光学ヘッドを用いて信号を再生する構成であっても同様の効果が得られる。

#### 【0143】

しかしながら、DWD D方式を用いた磁気ディスクでは、再生層は、記録層から転写した再生層の磁壁移動を容易にさせるために、記録膜にレーザ光スポットを照射して、記録膜中の温度勾配を利用して再生層に転写された磁区の磁壁の移動を安定して行い、信号を検出する必要がある。しかしながら、潤滑層の温度上昇により浮上特性の変動、磁気ヘッドの特性の変化により、再生層へ転写された再生信号が変動するという課題を有していた。

#### 【0144】

これに対し、本願発明の磁気記録媒体は、記録膜の上に、熱伝導率の小さい断熱保護層を介して、潤滑層を形成した構成により、記録再生時に記録膜にレーザ光ビームを照射した際にも、摺動層側への温度上昇を防止できる。この結果、光ビーム等により記録膜を昇温させて、GMRヘッド等の磁気ヘッドを用いて信号再生する場合にも、熱耐久性に優れ、信号特性に優れた磁気記録媒体を実現できるものである。

#### 【0145】

次に、本願発明の実施の形態6の磁気ディスク60の構成と作製方法について詳細に説明する。

#### 【0146】

図6に示すように、ガラスのディスク基板61に、上述した磁性膜を含む多層に積層した記録膜64を製膜して形成されている。ディスク基板61は、平板の基板であり、記録膜形成後に、サーボライター等により基準となるサーボトラック等を形成してフォーマットできる。このサーボトラックにより、光ヘッドと磁気ヘッドを同時にトラッキングサーボしながらアドレス検出することにより、情報の記録再生が可能となる。

#### 【0147】

まず、図示すように、ディスク基板61上に、直流マグнетロンスパッタリング装置に、AlCrターゲットを設置し、ディスク基板を基板ホルダーに固定した後、8×10-6Pa以下の高真空になるまでチャンバー内をターボ分子ポンプで真空排気する。そして、真空排気をしたままArガスとN<sub>2</sub>ガスを0.3Paとなるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、金属材料のAlCrからなる放熱層52が50nm、膜形成される。

#### 【0148】

引き続き放熱層52の上には、同様に真空排気をしたまま、さらに、0.4Paとなるまでチャンバー内にArガスとN<sub>2</sub>ガスを導入し、基板を回転させながら、AlCrNからなる下地断熱層63を15nm、反応性スパッタリング法により膜形成されている。ここで、下地断熱膜63の表面は、イオンガンにより表面粗差Raが0.3nmより大きい、エッチング面68を形成する。

#### 【0149】

引き続き下地断熱層63に形成したエッチング面68の上には、同様に真空排気をした

まま Ar ガスを 1.5 Pa となるまでチャンバー内に導入し、基板を回転させながら、 TbGdFeCo の合金ターゲットを用いて、記録層を 100 nm、 DC マグнетロンスパッタリング法により形成される。ここで、 TbGdFeCo の膜組成は、合金ターゲットの組成比を調整することにより、所望の膜組成に合せることができる。次に、 TbFeCoCr の合金ターゲットを用いて、 DC マグネットロンスパッタリング法により TbFeCoCr からなる中間層を 15 nm 形成し、さらに、 GdFeCoCr の合金ターゲットを用いて、 DC マグネットロンスパッタリング法により GdFeCoCr からなる再生層を 40 nm 形成する。このように、記録層、中間層、再生層からなる 3 層構造の記録膜 64 を形成することができる。

#### 【0150】

さらに、 0.3 Pa となるまでチャンバー内に Ar ガスと N<sub>2</sub> ガスを導入し、基板を回転させながら、 AlTiON からなる保護層 65 を 5 nm 、反応性スパッタリング法により膜形成されている。

#### 【0151】

そして、さらに保護層 65 の上には、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) からなる第 1 の潤滑層（固体潤滑層） 66 を Ar と CH<sub>4</sub> の混合雰囲気中で、 C ターゲットを用いて、反応性 RF スパッタリングにより、 6 nm 形成する。さらに、パーフルオロポリエーテルからなる潤滑層 67 を 3 nm 塗布することにより形成する。

#### 【0152】

ここで、 TbGdFeCo からなる記録層は補償組成温度が 40 °C であり、キュリー温度は 320 °C 、になるようにターゲットの組成比を設定して膜組成を調整した。また、 TbFeCoCr の中間層は補償組成温度が 120 °C でキュリー温度が 190 °C であり、さらに、 GdFeCoCr の再生層は補償組成温度が 200 °C でキュリー温度が 300 °C に調整してある。この結果、記録層の保磁力 Hc は、室温では大きいものの、温度上昇に伴って減少するという膜の温度特性が得られる。また、再生層の飽和磁化 Ms は温度と共に上昇し、 220 °C で極大となり、さらに、中間層がキュリー温度以上の場合には、記録層と再生層間の交換結合を遮断するため、微小な記録マークであっても、 DWDW 方式により、再生層に転写されて、大きな信号量として検出される。

#### 【0153】

この結果、本実施の形態の磁気記録媒体では、光ビームを照射した状態での温度、 120 °C から 220 °C の範囲で、飽和磁化 Ms が大きく、しかも磁気的超解像を用いた DWDW 方式により、微小磁区を記録した場合にも、周辺の記録磁区を転写することなく、安定した記録磁区を形成でき、磁気ヘッドにより繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

#### 【0154】

以上のように、本実施の形態の構成により、記録層、中間層、再生層からなる 3 層構造の記録膜を用いた場合にも、記録層の記録情報が安定して磁気ヘッドにより検出でき、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

#### 【0155】

この結果、本発明においては、記録情報の書き換え可能な記録層、中間層、再生層を順次積層した構成の記録膜に断熱層を介して潤滑層を形成した構成により、 0.3 μm 以下の微小磁区を安定して形成することができ、再生層に転写した再生信号の増大を可能にすることができる。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも低減できるものである。

#### 【0156】

次に、本発明の実施の形態における磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置について説明する。

#### 【0157】

本発明の実施の形態の磁気記録媒体の記録再生方式は、上述した、磁気記録媒体に、レ

レーザ光スポットを照射することにより、記録膜の温度を上昇させながら、磁気ヘッドを用いて磁気記録媒体に情報の記録および再生を行なう記録再生方式である。

### 【0158】

あるいは、記録時、あるいは再生時には、レーザ光を照射する光学ヘッドを用いて、情報の記録再生を行なう、記録再生方式である。

### 【0159】

したがって、本願発明の磁気記録媒体、あるいは、光磁気記録媒体の記録再生方法および記録再生装置としては、上記のように説明してきた本実施の形態の磁気記録媒体にレーザ光スポットを照射しながら記録再生可能な構成の磁気記録再生装置を用いて、前記磁気記録媒体の前記記録層に形成された記録磁区を前記再生層に転写させ、GMRヘッド等の磁気ヘッド、あるいは光ヘッドを用いて記録情報の再生信号の検出を行う記録再生方法である。

### 【0160】

このような磁気記録媒体の記録再生方法では、レーザ光を用いて情報の記録、再生、消去を行う構成であって、記録再生時に、レーザ光スポットを前記磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら、前記再生層側から照射し、前記磁気記録媒体からの反射光、あるいは、磁気的な信号を用いてトラッキング制御をかけながら、前記磁気記録媒体上にレーザ光スポットの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成する。この時の記録膜の温度分布は、前記記録層から前記中間層を介して生じる結合力よりも、前記再生層に形成されていた磁壁を温度が高い方向へ移動させようとする磁壁に生じる力が大きくなる温度よりも高い温度領域を有する温度分布を前記再生層に形成することにより、前記光スポットの内部に、記録層からの情報の転写磁区を再生層に形成し、再生層での磁壁移動によって拡大形成された情報を前記光スポットからの反射光の偏向面の変化として検出する光磁気記録媒体の記録再生方法である。

### 【0161】

あるいは、レーザ光により磁気記録媒体を昇温させながら、磁気ヘッドを用いて情報の記録、消去を行い、GMRヘッドを用いて情報を再生する構成である。情報の記録時には、レーザ光スポットを前記磁気記録媒体に対して相対的に移動させながら照射し、磁気ヘッドを前記磁気記録媒体の記録層、あるいは再生層側から配置し、記録情報に応じて磁界方向を変調させて、トラッキング制御をかけながら、前記磁気記録媒体の記録層に情報の記録、消去を行う。また、情報の再生時には、磁気記録媒体にレーザ光スポットを照射して磁気ディスクの移動方向に対して勾配を有する温度分布を形成し、再生層側に情報再生用のGMRヘッドを配置し、前記記録層から中間層を介して転写形成された記録情報の転写磁区が、再生層での温度勾配により、温度が高い方向へ移動させようとする磁壁移動によって拡大形成された情報、あるいは、Msの増大に伴い信号量が増大した情報を、前記GMRヘッドにより検出する磁気記録媒体の記録再生方法である。

### 【0162】

またこの時、前記再生層の深さ方向で膜組成の異なる場合には、段階的に転写した前記記録磁区の大きさが磁壁移動することにより磁区拡大させて、前記情報を検出する磁気記録媒体の再生方法である。さらに、前記磁気記録媒体の前記中間層を介して生じる結合力が、磁気的結合力、交換結合力、静磁結合力のいずれかである構成により、前記記録層と前記再生層との磁気的結合力による信号の転写可能な温度範囲からのみ転写し、転写した磁区を拡大して信号を検出する磁気記録媒体の記録再生方法である。

### 【0163】

そして、以上のように、本発明においては、高温で記録膜のMsが極大となる、あるいは、DWDD方式を用いた再生が可能な磁性膜を有し、記録情報の書き換え可能なトラック領域と隣接トラックとの境界部分の領域が磁気的に遮断された構成を備えることにより、前記磁気記録媒体の信号量、あるいは、磁壁の移動度を確保でき、また、記録層のMs・Hc積が大きい構成により、記録層の記録磁区を安定化でき、再生層への転写磁区の容易な磁壁の移動により、再生信号を安定して検出することが可能な磁気記録媒体の記録再

生方法を実現できる。

#### 【0164】

なお、上述の各実施の形態における磁気記録媒体では、ポリカーボートあるいは、金属、あるいは、ガラス基板にフォトポリマーを用いて微細パターン、および、案内溝或いはプリピットを形成した光ディスク基板、を用いた構成について述べてきたが、ポリオレフィン、エポキシ系樹脂、その他のプラスチック材料、あるいは、ガラス基板に直接微細パターンを形成した構成、さらに、金属基板、あるいは、ガラス基板とプラスチック材料を組合せた光ディスク基板であっても良い。

#### 【0165】

さらに、本実施の形態におけるディスク基板では、平板、あるいは、光スポットのトラッキングガイドのためのスパイラル状あるいは環状の案内溝、あるいはプリピットを備えた構成の磁気記録媒体について述べてきたが、ディスク基板上に、アドレス情報を有する蛇行したスパイラル状の案内溝、あるいはサンプルサポート方式等の蛇行したトラッキングガイドのためのプリピットを設けた構成のディスク基板を用いてもよい。また、本実施の形態のディスク基板のトラックピッチは $0.4\text{ }\mu\text{m}$ から $0.8\text{ }\mu\text{m}$ 、グループ幅は $0.3\text{ }\mu\text{m}$ から $0.6\text{ }\mu\text{m}$ であるが、上記構成の情報記録トラックのグループ間が矩形型、あるいは逆V字型のランドあるいはグループにより、記録トラック間が遮断され、トラックピッチが $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下で、情報の記録されるランドあるいはグループの間に $0.1\text{ }\mu\text{m}$ から $0.8\text{ }\mu\text{m}$ の幅を有するグループあるいはランド部により構成されていればよい。また、さらにトラックピッチを小さくすることにより、さらに高密度な磁気記録媒体が可能となる。

#### 【0166】

ディスク基板としては機械特性などの媒体基板としての特性を満たすものであれば特に限定されず、ガラス、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン、エンジニアリングプラスチック等を用いることができる。ガラスの場合は紫外線硬化樹脂を用いて2P法で作製することが可能である。

#### 【0167】

また、ガラス基板にフォトポリマーで形成した微少なパターンとしては、 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ の円形パターンについて述べてきたが、少なくとも $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下のパターン、あるいは、記録磁区の最小パターンよりも小さい凹凸であって、半球状、四角形、あるいはその他の形状の凹凸であっても、微細形状が揃っていて、記録磁区からの信号のノイズにならなければ、同様に記録層の微小磁区を安定化する効果がある。

#### 【0168】

また、本発明の実施の形態では、下地層のエッチングにより情報記録面の面粗さ $R_a$ を $1.0\text{ nm}$ 以上と大きくした構成について述べてきたが、製膜プロセス条件により、製膜時の下地の材料粒径を大きくすることにより記録面の面粗さ $R_a$ を $0.5\text{ nm}$ 以上とすれば、同様も効果を有する磁気記録媒体を実現できる。

#### 【0169】

また、上述の実施の形態における磁気記録媒体では、誘電体保護層としてSiN膜、及び、AlTiN膜を用いた構成について述べてきたが、ZnS膜、ZnSSiO<sub>2</sub>膜あるいはその他のカルコゲン化物の誘電体膜、TaO<sub>2</sub>等の酸化物の膜、AlCrN等の窒化物の膜、或いは、それらの化合物の薄膜を用いても良い。また、誘電体層の膜厚は、 $2\text{ nm}$ から $300\text{ nm}$ の範囲で、保護効果を有する構成であれば良い。

#### 【0170】

さらに、基板上に、記録層を直接、あるいは、保護層を介して形成した構成について述べてきたが、熱吸収層等を配置した構成であってもよい。また、その場合の熱吸収層の材料としては、AlTi、Al、Cu、Ag、Auの少なくとも1つを含む合金材料であって、記録膜よりも熱伝導率の大きい材料であれば良い。

#### 【0171】

反射層はAu、Ag、Cu、Alなどの使用レーザー波長で反射率の高い材料が用いら

れる。反射層は耐久性確保および薄膜全体の硬度確保のためにこれらの金属と他の金属との合金を用いてもよい。また、記録層の膜厚が十分に厚い場合には、反射層はなくてもよい。また、記録層と反射層の中間の誘電体層は、AlN、SiN、GeN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、ZnS-SiO<sub>2</sub>等などで構成されてもあってもよい。

#### 【0172】

さらに、潤滑層には、DLC層、潤滑層にはPFPF材料を用いた構成について述べてきたが、ウレタン系樹脂、あるいは、アルミナ系の潤滑材を含有して形成した構成あるいは、その他の紫外線硬化型の樹脂、あるいは熱硬化型の樹脂等、或いはホットメルト接着剤などと、摺動コート材料とを組み合わせた構造を採用することも可能である。

#### 【0173】

記録層上に形成する硬い透明な誘電体層の材料としては、AlN、SiN、GeN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>、HfO<sub>2</sub>やダイヤモンドライクカーボン（DLC）等の硬い材料が好ましい。

#### 【0174】

相変化記録媒体材料の場合には、誘電体層にはZnS-SiO<sub>2</sub>を用いることが好ましい。

#### 【0175】

ZnS-SiO<sub>2</sub>のように熱伝導率の小さい誘電体層上に、AlN、SiN、GeN、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TiO<sub>2</sub>、HfO<sub>2</sub>やダイヤモンドライクカーボン（DLC）などの硬い保護層を積層することが好ましい。保護層の膜厚は記録されたマークからの信号出力が増大するような膜厚に設定される。

#### 【0176】

本発明の保護コート入射光記録媒体の保護コートは、厚み1μm以上200μm以下の無機あるいは有機材料で構成されることが好ましい。有機材料ではアクリル系の紫外線硬化樹脂など比較的硬い樹脂をスピンドルコート法で塗布することができる。また、無機材料ではシリカやアルミナなどをゾルゲル法で塗布することができる。また、透明シートを透明な接着剤ではりつけてもよい。また、保護コート膜厚を20nm以上20μm以下とすれば、スピンドルコート法で容易に良好な膜厚分布が得られるが、保護コートがこのように薄くてもテープバーニッシュ等により処理すれば、耐食性の低下等の問題は抑制される。

#### 【0177】

なお、対物レンズを浮上型のスライダーヘッドに乗せたり、対物レンズと媒体の間に浮上型の磁気ヘッドを設けたシステムで懸念されるヘッドと媒体の瞬間的な接触による傷を防止するために、保護層の上にパーフロロエーテルやシリコンオイルなどの潤滑剤を塗っても良い。

#### 【0178】

また、上述の実施の形態における磁気記録媒体での各層を構成する磁性膜として、再生層としてはGdFeCoA1、GdFeCoCr、中間遮断層としては、TbDyFeCo、TbDyFeCr、TbFeCoCr、記録層としてTbFeCo、TbFeCoCr、TbGdFeCo膜をそれぞれ使用して積層した構成の記録膜からなる磁気記録媒体について述べてきたが、TbFe、TbHoFe、TbCo、GdCo、GdTbFe、GdTbFeCo、GdTbHoFeCo、DyFeCo、GdFeCoSi、等の希土類一遷移金属系フェリ磁性の非晶質合金、あるいはそれらの混合材料、あるいは、MnBi、MnBiaあるいはPtMnSn等のMn系磁性膜の多結晶材料を用いた磁気材料、あるいは、ガーネット、PtCo、PdCoなどの白金族一遷移金属合金、Pt/Co、Pd/Coなどの金、白金族一遷移金属周期構造合金膜などを用いても良い。また、上述材料を含み、かつ、材料または組成の異なる複数の記録層より構成された記録膜、あるいは、それらを混合した材料であってもよい。また、上述の磁性層には、Cr、A1、Ti、Pt、Nbなどの耐食性改善のための元素添加を行なっても、MsHcを所定値よりも大きくする構成であれば、同等以上の効果が得られる。

#### 【0179】

さらに、本実施の形態では、再生層、中間遮断層、記録層等を積層した記録膜の膜構成としては、30 nmから40 nmの膜厚の再生層、5 nmから15 nmの膜厚の制御層あるいは中間遮断層、60 nmから100 nmの膜厚の記録層、について述べてきたが、上記膜厚に限定されるものではなく、本願発明の特性を満たすように、記録層と再生層との間で、十分な磁気的結合力が得られ、膜厚が5 nmから200 nmの範囲であれば良く、また、より好ましくは、例えば、再生層を10 nmから100 nm、中間遮断層を5 nmから50 nm、及び記録層を30 nmから250 nmとすることにより、同等の効果が得られる。

#### 【0180】

また、さらに、5 nmから50 nmの制御層を付加した構成であってもよい。

#### 【0181】

また、本発明の磁気記録媒体における記録層は、それぞれの金属材料を用いたターゲットによる多元スパッタリング、あるいは必要な材料を混合した合金ターゲットを用いてマグнетロンスパッタリング法によって、製膜時の到達真空度が $1.0 \times 10 - 5$  Pa以下であって、製膜時の導入ガスの圧力を0.6 Pa以上6.0 Pa以下に設定して膜形成すれば作製可能である。

#### 【0182】

この時導入するガスとしては、少なくともArガス、Neガス、Krガス、Xeガスを含めば良い。さらに、上述の製膜時の圧力に対して、O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>の分圧は、100 ppm以下であればさらにその効果が大きい。ここで、スパッタリングガスの圧力に対するそれらの分圧は、真空室にガス分析管を接続することにより、容易に測定できる。

#### 【0183】

また、上述の実施の形態における磁気記録媒体の記録層は、0.7 nm/secから5 nm/secの製膜時の堆積速度で膜形成していたが、0.5 nm/sec以上10 nm/sec以下であれば、製造プロセスにおける製膜時のAr、Ne、Kr、Xe等のガス圧やバイアス磁界、あるいは周期的な積層方法などの製膜条件、更には使用する装置に関する要因パラメータにより、形成される記録膜組成が変化した場合にも、膜中に不活性ガスを含有した構成が可能であり、所望の記録層を形成することができる。

#### 【0184】

さらに、多元スパッタリング方式、あるいは、静止対向型のスパッタリング方式等の製膜装置条件を制御することにより、記録層の信号を増大、あるいは、再生層に転写し、スムーズに磁壁移動させて磁区拡大による再生を行うことができる。

#### 【0185】

また、本実施の形態の磁気記録媒体の記録層は、TbとFeCoが1.5周期的に積層する構成であったが、上記した構成に限定されるものではなく、積層周期が0.4 nm以上、2 nm以下に積層した構成であって、記録層の膜厚を50 nm以上、より好ましくは、60 nmから200 nmに形成した構成であれば、同等の効果が得られる。

#### 【0186】

また、記録再生特性を改善させるために、記録補助層、転写制御層、あるいはその他の磁性膜を用いた構成であっても良い。さらに、中間遮断層としては、膜厚方向での組成あるいは磁壁エネルギー密度を変化させた多層構成の磁性膜を設けても良い。

#### 【0187】

ここで記録層には耐食性を高めるためにCr、Ti、Zr、Nb、Taなどの耐食性元素を添加したり、短波長でのカーブ回転角を高めるために数原子%のNdなどを添加したものであってもよい。

#### 【0188】

さらに、上述の記録層からの記録再生信号を、短波長、高N.A.の光学ヘッド、あるいは、高感度なGMR磁気ヘッド、TMRヘッド等の検出可能な方法を用いれば、上記記録層単層の構成、あるいは、磁気的超解像、磁壁移動による磁区拡大を用いない多層膜構

成であっても、同等の効果が得られる。

【0189】

また、相変化記録材料も用いた場合には、記録層はGeSbTe、AgInSbTeなど結晶とアモルファスの間で光学定数が変化する材料で構成される。記録層の膜厚は10nm以上40nm以下が好ましい。

【0190】

また、両面に外周端まで薄膜を形成することにより、外周端で両面の導通がとれるため、どちらかの面で媒体を接地すれば静電対策が行えるので好ましい。さらに、両面の薄膜の応力バランスがとれる構成が好ましい。この時、チルト量を十分小さくすることが可能であるため、エラーレートが低減される。

【0191】

また、本実施の形態の記録層では、Ms·Hcが $4.2 \times 10^6$  erg/cm<sup>3</sup>の値の記録層について述べてきたが、この値に限定されるものではない。また、より大きなMs·Hcが得られる記録膜であれば、100nm以下の微小磁区を記録した場合にも、安定した記録磁区を形成でき、繰り返し記録再生した場合にも、信号特性に優れた記録再生が可能となる。

【0192】

上記本実施の形態の磁気ディスクは、矩形のランドとグループを有し、記録トラック間をアニール処理する方法、あるいは、グループが深い構成のランド形成する構成により、情報の記録されるトラック間が磁性的遮断され、再生層に転写された記録磁区が容易に磁壁移動する構成であれば、前述したDWD D方式による記録再生が可能である。

【0193】

また、本実施の形態の磁気ディスクは、再生層を含むグループ間あるいはランド間で分離された構成、あるいは、平板のディスク基板を有する構成となっているが、ランド/グループの両方に記録する構成、あるいは、微小パターンにより記録磁区間を分離する構成であっても同等の特性が得られる。

【0194】

さらに、本実施の形態では、トラックピッチが0.7μmであったが、情報の記録されるグループ幅が0.6μm以下の構成であって、記録情報の最短のマーク長が0.3μm以下の記録ドメインを記録する構成であれば、より効果が大きい。

【0195】

以上のように、本実施の形態の構成により、DWD D方式により、高密度に記録再生した場合にも、安定した再生信号特性が得られる。

【0196】

さらに、高温でMsが増大する記録膜、あるいは、DWD D方式を用いた磁気記録媒体とその記録再生方式について述べてきたが、それ以外のは磁壁移動タイプの磁区拡大再生方式、シュリンク動作による再生磁区の拡大再生方式あるいは再生磁界交番型の再生方式等であっても、信号品質を高め、記録密度の高密度化を得るために記録再生方式を用い、ディスク基板を介さずに、記録膜から情報を記録再生する構成であれば、微小磁区の記録安定性に優れ、信号の再生も容易にできる高感度で高密度記録再生が可能という優れた効果が得られる。

【0197】

以上のように、本発明においては、記録情報の書き換え可能な記録膜を用いた構成により、0.3μm以下の微小磁区を安定して形成することにより磁壁の移動度を確保でき、DWD D方式等による転写磁区の移動による再生信号の拡大を可能にすることができます。さらに、情報トラックでの記録磁区が安定した形状に形成させるために、記録再生時に隣接トラックからのクロスライト及びクロストークも低減できるものである。

【産業上の利用可能性】

【0198】

本発明にかかる磁気記録媒体とその製造方法は、光ディスク基板上に形成された記録膜

の上に、熱伝導率の小さい保護層を介して、潤滑層を形成することによって、書き換えが可能な磁気記録媒体、また特に、記録媒体に光を入射して温度上昇させながら信号を記録再生する磁気記録媒体等において有用である。また、前記構成によって、磁気記録媒体の記録再生方法等としても適用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0199】

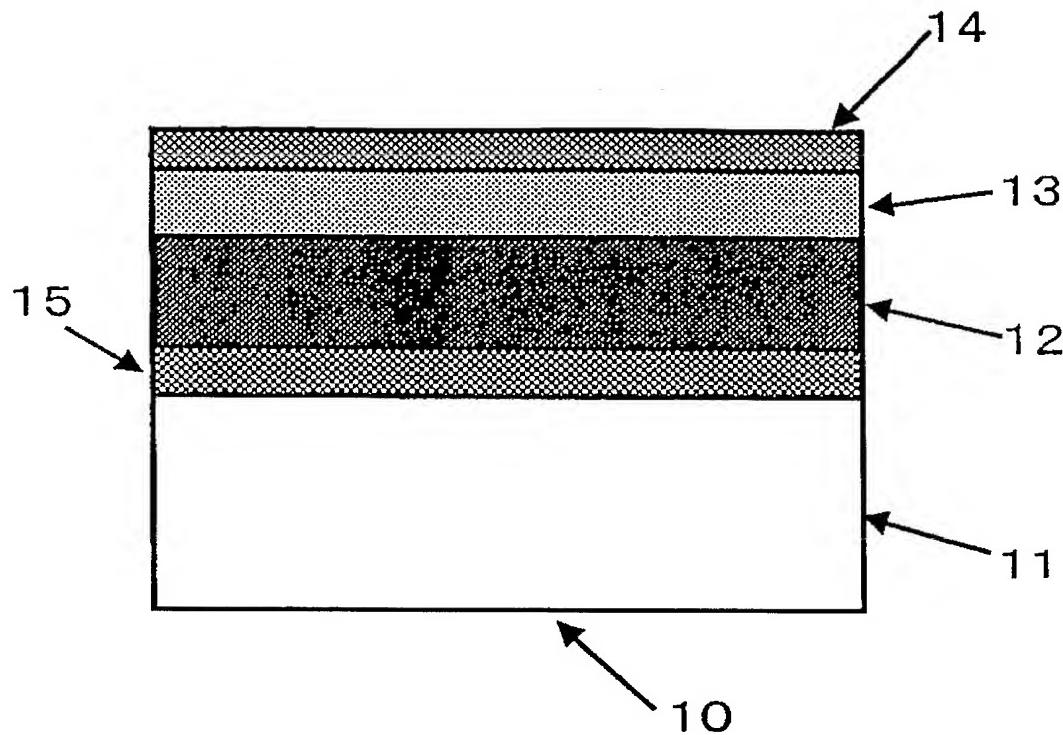
- 【図1】本発明の実施の形態1における磁気記録媒体の構成を示す断面図
- 【図2】本発明の実施の形態2における磁気記録媒体の構成を示す断面図
- 【図3】本発明の実施の形態3における磁気記録媒体の構成を示す断面図
- 【図4】本発明の実施の形態4における磁気記録媒体の構成を示す断面図
- 【図5】本発明の実施の形態5における磁気記録媒体の構成を示す断面図
- 【図6】本発明の実施の形態6における磁気記録媒体の構成を示す断面図
- 【図7】本発明の実施の形態における磁気記録媒体の再生動作の説明のための磁気記録媒体の断面図 (a) 磁気記録媒体の記録膜の構成(特に磁化の方向)を示す断面図  
(b) 再生動作中の磁気記録媒体の位置に対する媒体内部での温度分布を示す特性図  
(c) 再生層の磁壁エネルギー密度を示す特性図 (d) 再生層の磁壁を移動させようとする力を示す特性図
- 【図8】本発明の実施の形態における磁気記録媒体の温度に対する磁気特性を示す特性図

【符号の説明】

【0200】

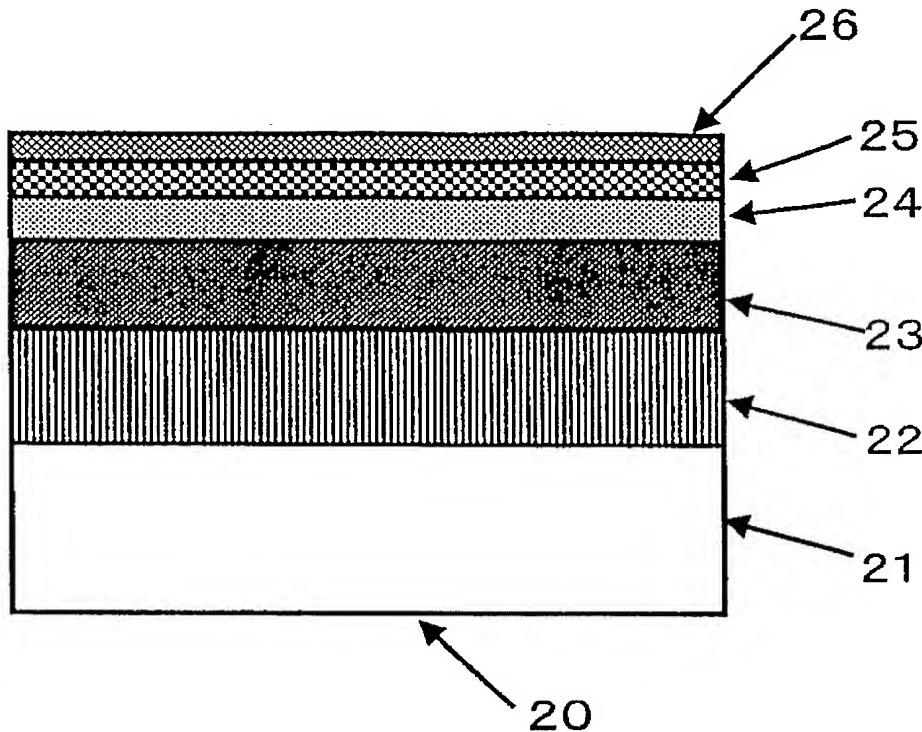
10, 20, 30, 40, 50, 60	磁気記録媒体
11, 21, 31, 41, 51, 61	ディスク基板
32, 52, 62	放熱層
22, 42, 53, 63	誘電体層
12, 23, 33, 43, 54, 64	記録膜
13, 24, 34, 44, 55, 65	保護層
25, 35, 45, 56, 66	第1の潤滑層
14, 26, 36, 46, 57, 67	潤滑層
15, 68	エッチング面
101	記録層
102	中間遮断層
103	再生層

【書類名】図面  
【図 1】



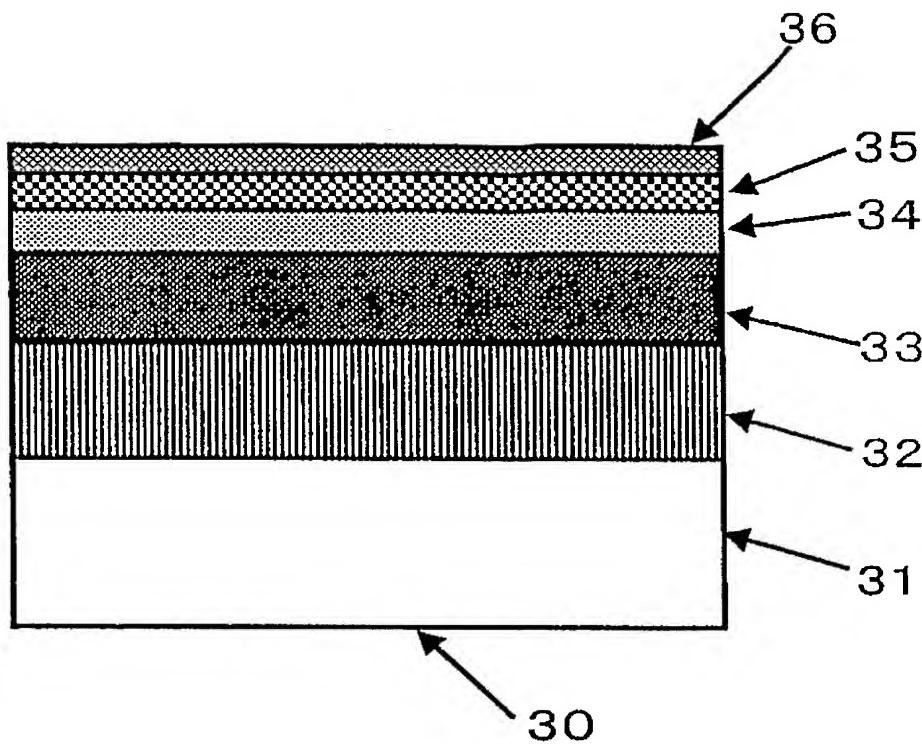
- 10…・磁気ディスク
- 11…・ディスク基板
- 12…・記録膜
- 13…・保護層
- 14…・潤滑層
- 15…・エッチング面

【図2】



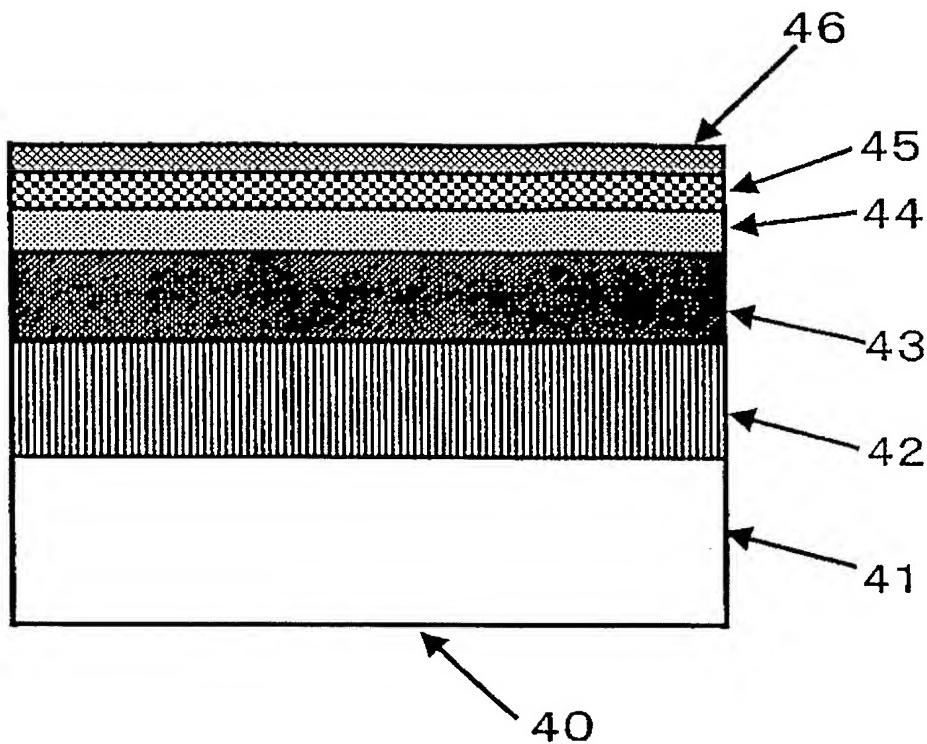
- 20…磁気ディスク
- 21…ディスク基板
- 22…誘電体層
- 23…記録膜
- 24…保護層
- 25…第1の潤滑層
- 26…第2の潤滑層

【図3】



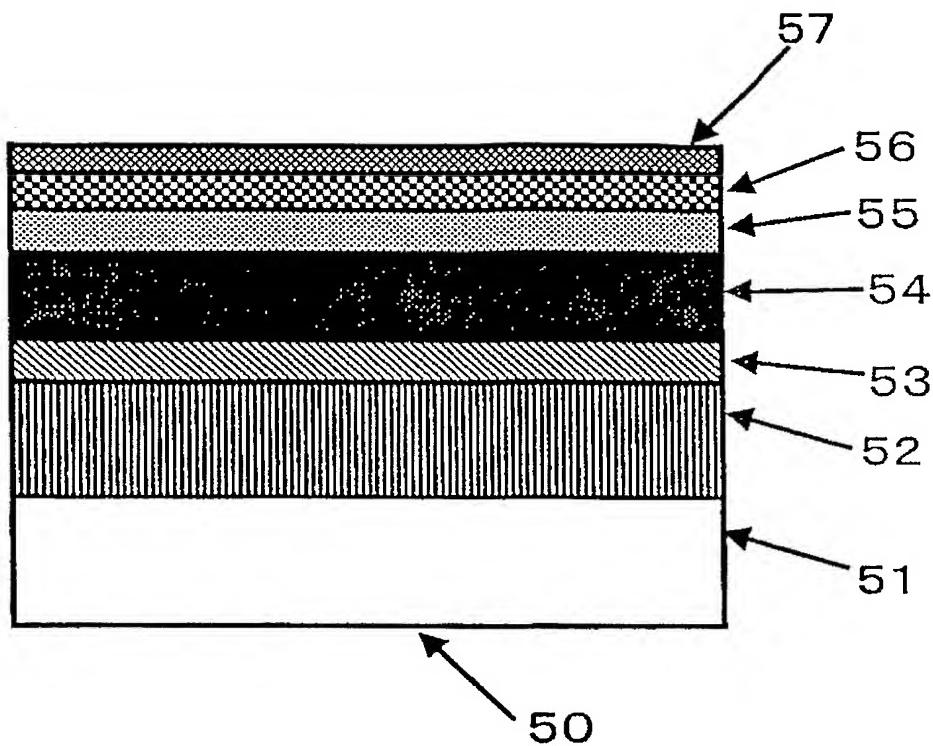
- 30…磁気ディスク
- 31…ディスク基板
- 32…放熱層
- 33…記録膜
- 34…保護層
- 35…第1の潤滑層
- 36…第2の潤滑層

【図4】



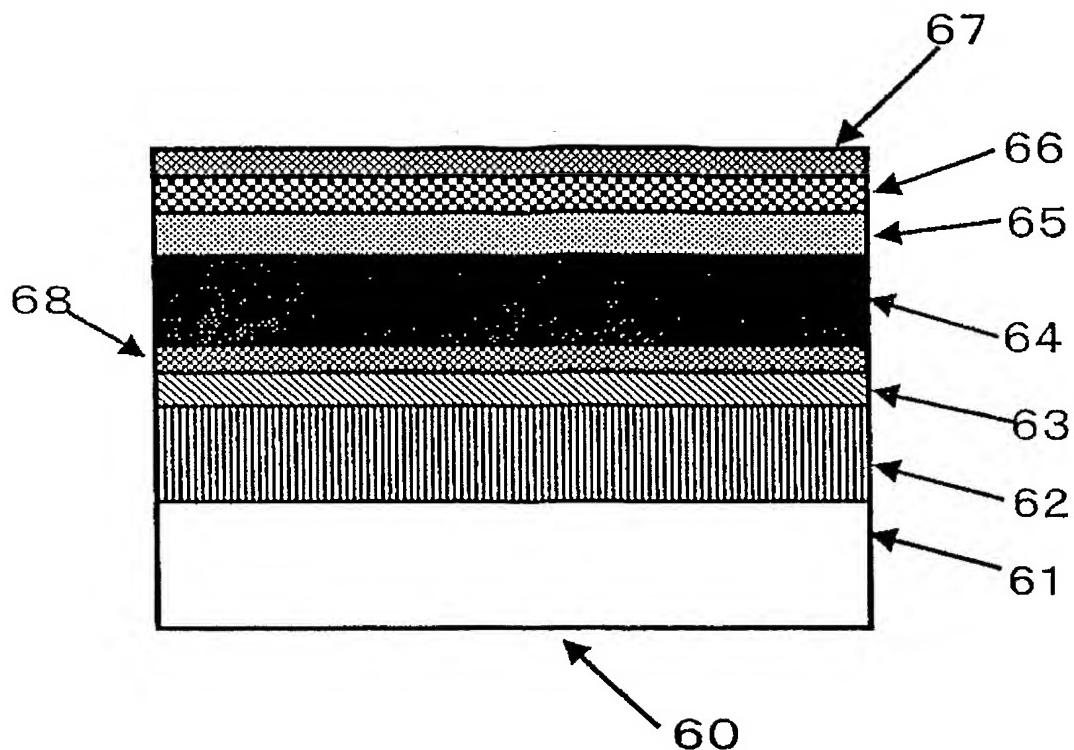
- 40…磁気ディスク
- 41…ディスク基板
- 42…誘電体層
- 43…記録膜
- 44…保護層
- 45…第1の潤滑層
- 46…第2の潤滑層

【図5】



- 50…磁気ディスク
- 51…ディスク基板
- 52…放熱層
- 53…耐熱層
- 54…記録膜
- 55…保護層
- 56…第1の潤滑層
- 57…第2の潤滑層

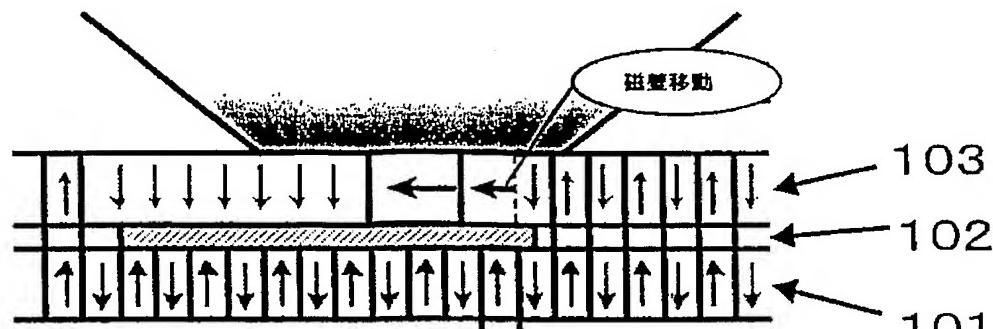
【図6】



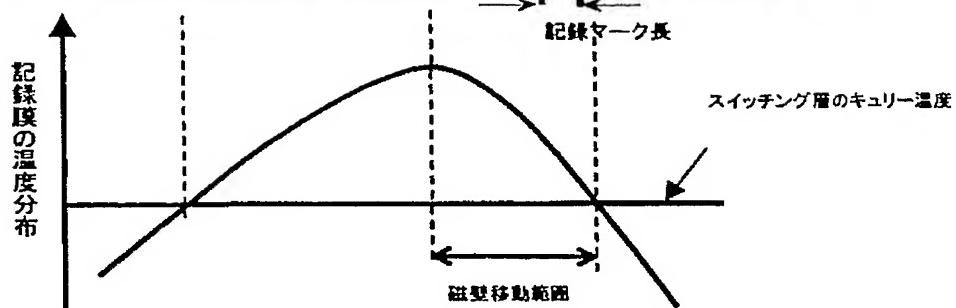
- 60…磁気ディスク
- 61…ディスク基板
- 62…放熱層
- 63…下地断熱層
- 64…記録膜
- 65…保護層
- 66…第1の潤滑層
- 67…第2の潤滑層
- 68…エッチング面

【図7】

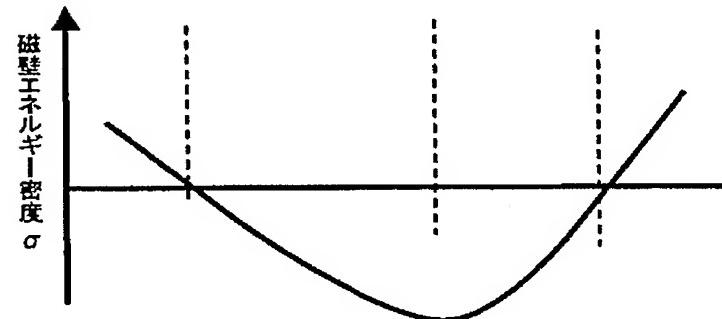
## (a) レーザービーム



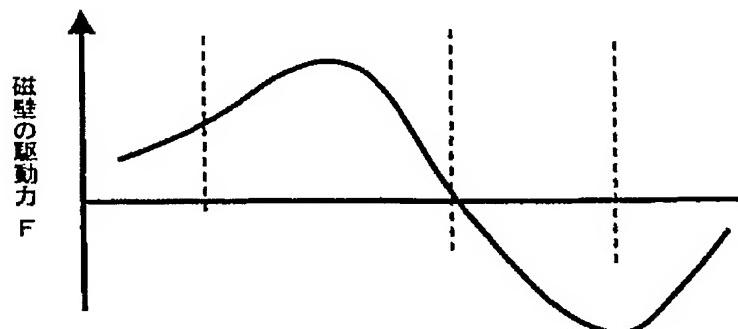
(b)



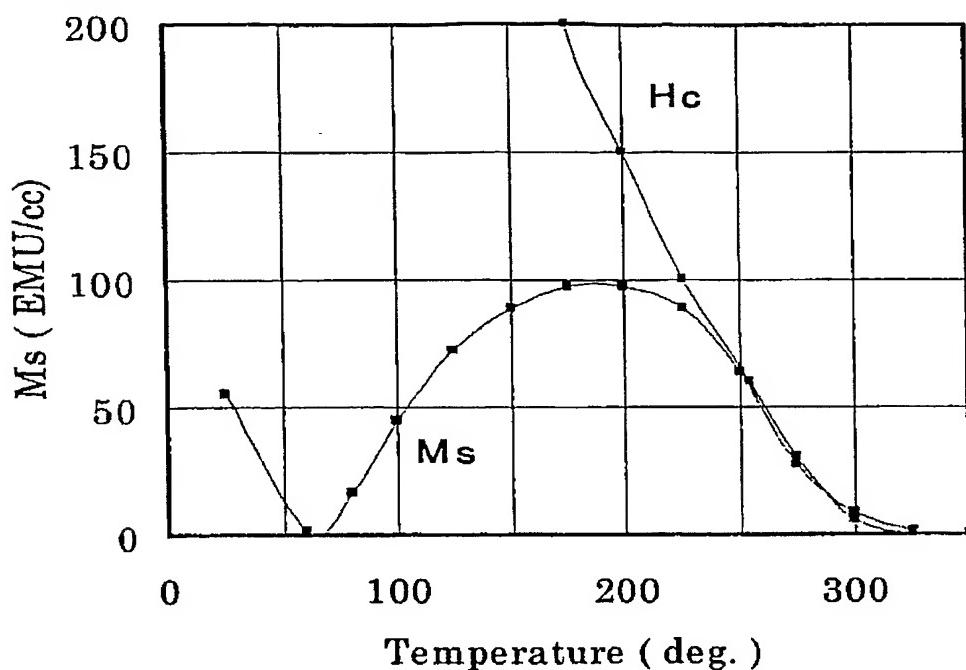
(c)



(d)



【図8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】膜面から光を照射して信号の記録再生を行う磁気記録媒体において、信頼性が高く、耐熱性に優れた媒体を提供する。

【解決手段】基板上に形成した記録膜上に、断熱保護層、潤滑層を順次積層した構成により、記録層の温度上昇による潤滑層への熱の影響を遮断し、また記録再生用の磁気ヘッドの温度上昇も防ぐことが可能となり、耐熱性が高く、連続して記録再生した場合にも安定して記録再生可能な、信頼性の優れた磁気記録媒体が実現可能となる。

【選択図】図1

特願 2004-054090

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

[変更理由]

住 所

氏 名

1990年 8月28日

新規登録

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器産業株式会社